Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 14, No. 1, Spring 2022, p. 13-26

The effect of different levels and methods of flaxseed processing on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters and sheep ruminant behavior

Mostafa Hossein Abadi[1*], Taghi Ghoorchi[2], Abdolhakim Toghdory[3]

Received: 04-04-2021
Revised: 06-07-2021
Accepted: 13-07-2021
Available Online: 07-06-2022

How to cite this article:
Hossein Abadi, M., T. Ghoorchi, and A. H. Toghdory. 2022. The effect of different levels and methods of flaxseed processing on performance, nutrient digestibility, blood parameters and sheep ruminant behavior. Iranian Journal of Animal Science Research 14(1):13-26.
DOI:10.22067/ijasr.2021.69620.1014

Introduction: Flax products (seeds and meal) are one of the sources of energy and protein for ruminants. Although flaxseed is a very inexpensive and affordable source of omega-3s, more than 50 percent of its fatty acids are made from alpha-linolenic acid, but it cannot be used at high levels due to its anti-nutritional properties. Flaxseed processing improves nutrient consumption while reducing the negative effects of anti-nutritional substances such as lintine and makes food more palatable. Various methods are used to process and improve the flaxseed digestion process, such as micronization and extrusion. The extrusion process is in fact the process of processing high temperature materials in a short time and is done by a combination of moisture, heat, mechanical energy and pressure. Extrusion is also a technical function by which feed is processed, extruded and cooked under a constant increase in pressure and then expanded due to a sudden drop in pressure. Heat treatment applied during the extrusion process reduces the access of rumen bacteria to the fat in the diet by denaturing the protein matrix around fat droplets in oilseeds such as flaxseed, and thus can reduce fatty acids. Protect unsaturated with several double bonds from ruminal biohydrogenation. Microwave by microwave can be done after adding 25% moisture to the grains for 3 minutes in a device containing an infrared lamp. It was also found that micronization could be used to increase the degradable protein content of the rumen. This study was performed to evaluate different levels and methods of flaxseed processing in the diet on performance, nutrient digestibility, blood parameters and sheep ruminant behavior.

Materials and Methods: 42 adult Moghani ewes with an average initial weight of 47 ± 2.8 kg were divided into seven treatments and six replications in a completely randomized design. Treatments include: Control treatment without flaxseed, 5% of raw flaxseed (not processed), 10% of raw flaxseed (not processed), 5% of processed flaxseed Micronized method, 10% of flaxseed processed by micronized method, 5% of flaxseed processed by extrusion method and 10% of flaxseed processed by extrusion method. The duration of the course was 60 days, of which 15 days were habituation and 45 days were experimental. Diets were adjusted based on NRC (44). All ewes were placed under the same management and feeding conditions. Diets were given to the ewes twice daily, at 8 am and 4 pm after weighing the ewes. Livestock was also held individually in livestock cages and had free access to water. Feed was given and the remaining feed was weighed and recorded for each animal each day. Daily feed intake was calculated from the average difference of feed given for each livestock and the rest of

1- Ph.D graduated Department of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
2- Professor Department of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3- Assistant Professor Department of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
(*Corresponding author: Mostafa_hosseinabadi@yahoo.com)

the manager the next day. The mean of each treatment was calculated from the average feed consumption of each animal during the period. Dietary digestibility was measured by the internal marker of acid-insoluble ash in the last 3 days of the experiment and blood and ruminal fluid samples were taken on the last day of the experiment. Dietary digestibility was measured by internal marker of acid-insoluble ash in the last 3 days of the experiment and blood samples were taken on the last day of the experiment. In the last two days of the experiment, rumination behavior was measured by recording activity for a period of 24 hours. Data were analyzed using SAS software version 9.9 (54) using GLM procedure.

Results and Discussion: Different levels and processing of flaxseed had no significant effect on weight, dry matter intake, daily weight gain and feed conversion ratio. The highest dry matter intake and daily weight gain were related to treatments containing 10% extruded flax and 10% micronized flax, which indicates that the processing resulted in better flaxseed palatability. The use of different levels and methods of flaxseed processing in the present study did not have a negative effect on feed intake, which probably the amount of fatty acids and flaxseed fatty acid pattern used in this short-term study had minimal effect on the feed intake mechanism. Glucose and urea nitrogen levels were affected by experimental treatments. The addition of flaxseed increased blood glucose levels. This increase is likely due to the production of more propionic acid than rumen acetate. Studies have shown that ruminal fatty acids are biohydrogenation and increase propionate relative to acetate by altering ruminal fermentation pattern. The main precursor for gluconeogenesis activity in the liver is propionate, which stimulates glucose production. Propionate is a volatile fatty acid produced in the rumen that is a major precursor of glucose in animals. Increasing unsaturated fatty acids due to flaxseed consumption improves the energy status of the animal and reduces the deamination of tissue amino acids for energy supply and ultimately reduces the nitrogen level of blood urea. Dry matter and crude fat digestibility were affected by experimental treatments. The oil in flaxseed is coated and will not interfere with ruminal function, so it is not expected to have a negative effect on nutrient digestibility and even improve it in some cases. With increasing the use of flaxseed, the digestibility of insoluble fibers in neutral detergent decreased, which higher levels of unsaturated fatty acids in flaxseed can be a good reason to reduce the digestibility of insoluble fibers in neutral detergent and can be inferred as follows. Due to the increase in unsaturated fatty acids, ruminal fibrolytic activity is affected and due to the addition of flaxseed, cell wall digestibility is reduced. Experimental treatments could not have a significant effect on the ruminant behavior of ewes.

Conclusion According to the results of this experiment, extruded and micronized flaxseed at the level of 10% can be used as a source of energy and protein in ewes' diets.

Keywords: Blood parameters, Flaxseed, Nutrient digestibility, Performance, Sheep.

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی سطوح و روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و رفتار نشخوار گوسفند

مصطفی حسین‌آبادی[1]*، تقی قورچی[2]، عبدالحکیم توغدری[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۴/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲

ح سین‌آبادی، م.، ت. قورچی، و ع. توغدری. ۱۴۰۱. برر سی سطوح و روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان بر عملکرد ر شد، قابلیت ه ضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و رفتار نشخوار گوسفند. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۴(۱): ۲۶-۱۳.

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات سطوح و روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و رفتار نشخوار در گوسفند انجام شد. ۴۲ رأس میش بالغ نژاد مغانی با میانگین وزن اولیه ۲/۸±۴۷ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به هفت تیمار و شش تکرار تقسیم شدند. تیمارها شامل: گروه شاهد بدون دانه کتان، ۵ درصد دانه کتان خام، ۱۰ درصد دانه کتان خام، ۵ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۱۰ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۵ درصد دانه کتان اکسترود و ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود بود. اندازه‌گیری قابلیت هضم جیره به روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید در ۳ روز آخر آزمایش و نمونه‌گیری از خون در روز آخر آزمایش انجام شد. سطوح و فرآوری دانه کتان اثر معنی‌داری بر مقدار ماده خشک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت. میزان گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون، قابلیت هضم ماده خشک و چربی خام تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. با توجه به اینکه نتایج این آزمایش نشان می‌دهد استفاده از دانه کتان فرآوری شده در سطح ۱۰ درصد موجب بهبود قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های خونی گردید، می‌توان از دانه کتان اکسترود و میکرونیزه در سطح ۱۰ درصد به عنوان منبع انرژی و پروتئین در جیره میش‌ها استفاده نمود.

کلمات کلیدی: عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی، فرآوری دانه کتان، قابلیت هضم مواد مغذی، گوسفند.

مقدمه

کتان یک گیاه چند ساله است که به‌منظور استخراج روغن و همچنین خوراک دام کشت می‌شود. کتان روغنی، گندم و جو از قدیمی‌ترین گیاهان جهان هستند که به‌طور وحشی در آسیای غربی یافت می‌شوند و بومی ایران می‌باشد (Didarkhah, 2014). این دانه روغنی که در ده استان کشور کشت می‌شود، دارای اسید چرب غیراشباع است که در تغذیه انسان مهم می‌باشد (Didarkhah, 2014). دانه کتان زمانی که تقریبا ۹۰ درصد دانه به رنگ قهوه‌ای روشن باشند، برداشت می‌شود (Duguid *et al*., 2007). دانه‌های کتان بسیار کوچک هستند و موسیلاژ موجود در پوشش خارجی آنها سبب لغزندگی آن می‌شود که این دو، لمس کردن و فرآوری دانه کتان را مشکل می‌سازد. محصولات کتان (بذر و کنجاله) از اجزای مهم منابع انرژی و پروتئین برای

۱-فارغ التحصیل مقطع دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲-استاد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳-استادیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
(نویسنده مسئول: Mostafa_hosseinabadi@yahoo.com)

DOI: 10.22067/IJASR.2021.69620.1014

نشخوارکنندگان هستند. مواد ضدتغذیه‌ای موجود نظیر موسیلاژ که در حیوانات تک معده‌ای تأثیرگذار هستند، در داخل شکمبه نشخوارکنندگان خنثی می‌شود و باعث تحریک عملکرد شکمبه می شوند (Ambrose *et al*., 2006). هدف اصلی استفاده از دانه کامل کتان، افزایش میزان اسیدهای چرب امگا ۳ و اسید لینولئیک مزدوج در محصولات گوشتی و لبنی است. اسید لینولنیک بیشترین مقدار اسید چرب موجود در روغن دانه کتان می‌باشد (Ambrose *et al*., 2006). ممکن است کمبود اسیدهای چرب ضروری برای نوزاد نشخوارکنندگان در شرایطی مانند عفونت‌های حاد یا استرس‌های محیطی خطرناک باشد (Geraeily, 2017). اسیدهای چرب علاوه بر تأمین منبع انرژی، دارای عملکردهای دیگری در پستانداران هستند. روغن بذرکتان دارای اسیدهای چرب مرغوب و مفیدی است که به‌طور متوسط ۹٪ آن را اسیدهای چرب اشباع تشکیل می‌دهد. اسیدهای چرب دارای دو پیوند دوگانه موسوم به اسیدهای چرب کونژوگه در حدود ۱۸٪ و اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (PUFA)[1] به‌طور طبیعی تا ۷۳٪ چربی موجود در روغن دانه‌کتان را تشکیل می‌دهد (Debbie and Thiessen, 2011). در مجموع با توجه به اهمیت استفاده از اسیدهای چرب غیراشباع در جیره نشخوارکنندگان، لازم است ترکیب جیره خصوصا از لحاظ غلظت مواد مغذی، به نحوی باشد که استفاده از منابع حاوی این اسیدهای چرب اثر سوئی بر قابلیت هضم اجزای خوراک نداشته باشد. همچنین در کنار بهبود کیفیت فرآورده‌های دامی به واسطه استفاده از منابع حاوی اسیدهای چرب غیراشباع، ضروری است که کمیت تولیدات دامی خصوصاً از لحاظ شاخص‌های عملکرد و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای نیز مورد توجه قرار گیرد.

دانه کتان به علت وجود مواد ضدتغذیه‌ای مشکلاتی را در سطوح هضم و بیوهیدروژناسیون در شکمبه ایجاد می‌کند. روش‌های مختلفی برای فرآوری و بهبود فرآیند هضم دانه کتان استفاده می‌شود و می‌توان به روش‌هایی مانند میکرونیزه کردن و اکسترود کردن اشاره کرد (Sabahi and Vafadar, 2009). فرآیند اکستروژن در حقیقت فرآیند پردازش مواد با دمای بالا در زمان کوتاه است و به‌وسیله عمل ترکیبی رطوبت، حرارت، انرژی مکانیکی و فشار انجام می‌شود. همچنین، اکسترود یک عملکرد فنی است که طی آن خوراک تحت افزایش پیوسته فشار، فرآوری و پخته می‌شود و سپس به دلیل افت ناگهانی فشار منبسط می‌گردند (Sabahi and Vafadar, 2009). حرارت اعمال شده در طی فرآیند اکستروژن، باعث دناتوره شدن ماتریکس پروتئینی اطراف ذرات چربی در دانه‌های روغنی مانند دانه کتان شده و در نتیجه باعث کاهش دسترسی باکتری‌های شکمبه به چربی موجود در جیره می‌شود و می‌تواند اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را از بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای محافظت کند (Kennelly, 1996). میکرونیزه کردن با استفاده از اشعه میکروویو و بعد از افزودن ۲۵ درصد رطوبت به دانه‌ها به مدت ۳ دقیقه در یک دستگاهی که حاوی لامپ مادون قرمز است، انجام می‌گیرد (National Research Council, 1973). در مطالعات گذشته، مصطفی و همکاران (Mustafa *et al*., 2002) نشان دادند که میکرونیزه کردن سبب کاهش تجزیه‌پذیری و افزایش قابلیت هضم بعد از شکمبه‌ای کتان را در گوساله‌های پرواری می‌شود. همچنین، در یک مطالعه پتیت و همکاران (Petit *et al*., 2004) اثرات مشابهی را بر تجزیه‌پذیری ماده خشک کتان با استفاده از میکرونیزه کردن در حرارت‌های مختلف گزارش کردند. با بررسی مقایسه‌ای فرآوری حرارتی کتان با روش‌های اکستروژن و میکرونیزه کردن گزارش شد که افزایش قابلیت هضم در نتیجه تیمار حرارتی اکستروژن سبب کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای نشد (Gonthier *et al*., 2004). همچنین، مشخص شد که میکرونیزه کردن می‌تواند برای افزایش محتوای پروتئینی تجزیه‌ناپذیر در شکمبه مورد استفاده قرار گیرد. لذا با توجه به مطالب ذکر شده، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر استفاده از سطوح و روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان در جیره بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و رفتار نشخوار در گوسفند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان سبزوار انجام شد. در این آزمایش ۴۲ رأس میش بالغ نژاد مغانی با میانگین وزن اولیه ۲/۸±۴۷ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به هفت تیمار و شش تکرار تقسیم شدند. تیمارها شامل: تیمار شاهد بدون دانه کتان، تیمار حاوی ۵ درصد دانه کتان خام، تیمار حاوی ۱۰ درصد دانه کتان خام، تیمار حاوی ۵ درصد دانه کتان میکرونیزه شده، تیمار حاوی ۱۰ درصد دانه کتان میکرونیزه شده، تیمار حاوی ۵ درصد دانه کتان اکسترود شده و تیمار حاوی ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود شده بود. کل دوره ۶۰ روز بود که شامل ۱۵ روز عادت‌پذیری و ۴۵ روز دوره آزمایشی می‌شد. تنها تفاوت جیره‌ها از نظر ترکیبات تشکیل‌دهنده، نوع فرآوری و مقدار کتان بود که در هر تیمار از کتان با مقدار و فرآوری مختلفی استفاده شد. با توجه به یکسان بودن اقلام جیره، انتظار می‌رود محتوای انرژی قابل متابولیسم، هم‌زمان بودن منابع در رهاسازی انرژی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، فیبر خام، کلسیم و فسفر در بالانس جیره‌های آزمایشی متناسب با یکدیگر و دارای کمترین تغییر باشد. تمام میش‌ها در شرایط یکسان مدیریتی و تغذیه‌ای قرار گرفتند. هر روز در دو نوبت، ساعت ۸ صبح و ۴ عصر خوراک پس از توزین در اختیار میش‌ها قرار می‌گرفت. همچنین دام‌ها به‌صورت انفرادی در قفس‌های نگهداری دام نگهداری می‌شدند و دسترسی آزاد به آب داشتند. اندازه‌گیری قابلیت هضم جیره به روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید در ۳ روز آخر آزمایش و نمونه‌گیری از خون در روز آخر آزمایش صورت پذیرفت. جیره‌های آزمایشی بر اساس نیازهای توصیه شده در NRC (۲۰۰۷) تهیه شدند. در جدول ۱ درصد مواد خوراکی و مقدار مواد مغذی جیره تیمارهای مختلف به تفکیک گزارش

1- Poly Unsaturated Fatty Acids

شده است.

جدول ۱- اجزاء مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده (درصد ماده خشک)

Table 1- Food Ingredients and Chemical Composition of Experimental Diets Used (% of DM)

ترکیب مواد خوراکی Feedstuff ingredients	جیره‌های آزمایشی Experimental diets						
	Control	Raw flax 5%	Raw flax 10%	Micronized flax 5%	Micronized flax10%	Extruded flax 5%	Extruded flax 10%
کاه گندم Wheat straw	35	35	35	35	35	35	35
جو Barely grain	29.1	26.47	23.84	26.47	23.84	26.47	23.84
ذرت Corn grain	10	10	10	10	10	10	10
سبوس گندم wheat bran	10	10	10	10	10	10	10
کنجاله سویا soy bean meal	11.02	9.24	7.45	9.24	7.45	9.24	7.45
کتان Flaxseed	0	5	10	5	10	5	10
پودر چربی Fat	1.88	1.29	0.71	1.29	0.71	1.29	0.71
مکمل معدنی ویتامینی[۱] Primex[1]	1	1	1	1	1	1	1
سنگ آهک Limestone	1	1	1	1	1	1	1
نمک Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Chemical composition ترکیب شیمیایی							
انرژی قابل متابولیسم Metabolisable energy (Mcal/kg)	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
ماده خشک Dry matter (%)	87.42	87.42	87.42	87.42	87.42	87.42	87.42
پروتئین خام Crude Protein (%)	12	12	12	12	12	12	12
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF(%)	37.68	37.91	38.15	37.91	38.15	37.91	38.15
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF (%)	23.84	23.98	24.11	23.98	24.11	23.98	24.11
فیبر خام Crude fiber (%)	3.05	2.89	2.73	2.89	2.73	2.89	2.73
کلسیم Calcium (%)	0.56	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
فسفر Phosphorus (%)	0.4	0.37	0.35	0.37	0.35	0.37	0.35

[۱] مکمل ویتامین و معدنی شامل ویتامین A ۱۰۰۰۰۰۰واحد بین المللی، ویتامینD3 ۲۵۰۰۰۰واحد بین المللی، ویتامینE ۳۰۰۰ واحد بین المللی، منیزیم ۳۲۰۰۰ میلی گرم، منگنز ۱۰۰۰۰میلی گرم، روی ۱۰۰۰۰ میلی گرم، مس ۳۰۰ میلی گرم، سلنیوم ۱۰۰میلی گرم، ید ۱۰۰میلی گرم، آهن ۳۰۰۰ میلی گرم، کبالت ۱۰۰ میلی گرم، فسفر ۳۰۰۰۰میلی گرم، مونسین ۱۵۰۰میلی گرم، آنتی‌اکسیدان ۱۰۰میلی گرم در کیلوگرم می باشد.

[1] Each kilogram of vitamin-mineral premix contained: Vitamin A (1000,000 IU), 250,000 international units of vitamin D3, 3,000 international units of vitamin E, 32,000 mg of magnesium, 10,000 mg of manganese, 10,000 mg of zinc, 300 mg of copper, 100 mg of selenium, 100 mg of iodine G, iron 3000 mg, cobalt 100 mg, phosphorus 30,000 mg, monensin 1500 mg, antioxidant 100 mg / kg.

اندازه‌گیری عملکرد رشد

جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش، هر روز در دو نوبت ساعت ۸ صبح و ساعت ۴ عصر در اختیار میش‌ها قرار گرفت. خوراک داده شده و باقیمانده خوراک برای هر دام در هر روز توزین و ثبت شد. به‌طوری‌که ساعت ۸ صبح روز بعد، قبل از ریختن خوراک تازه، مابقی خوراک روز قبل جمع‌آوری می‌شد. مقدار خوراک مصرفی روزانه از اختلاف خوراک داده شده برای هر گوسفند و خوراک باقیمانده در آخور روز بعد همان گوسفند محاسبه گردید. همچنین میانگین هر تیمار نیز از میانگین خوراک مصرفی هر میش در طول دوره آزمایش محاسبه گردید. همچنین افزایش مقدار خوراک داده شده به دامها بر اساس پس‌آخور هر دام در روز بعد مشخص شد، به‌طوری‌که اگر دامی در سه روز متوالی پس‌آخور کمتر از ۲۰۰ گرم داشت، خوراک آن دام افزایش می‌یافت. همین روال تا انتهای دوره‌ی آزمایش انجام شد. وزن‌کشی دامها ابتدا و انتهای دوره به‌صورت ناشتا، پس از ۱۶ ساعت گرسنگی با استفاده از باسکول دیجیتال دام‌کش ساخت شرکت ساترو انجام شد. برای محاسبه افزایش وزن روزانه از تقسیم نمودن تفاوت وزن در یک بازه زمانی بر تعداد روزهای همان بازه زمانی محاسبه شد. میزان ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه اندازه‌گیری و ضریب تبدیل خوراک نیز محاسبه شد. جهت محاسبه افزایش وزن روزانه، از تقسیم کردن اختلاف وزن در یک دوره زمانی بر تعداد روزهای همان بازه زمانی اندازه‌گیری شد. میزان ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم نمودن میانگین مقدار ماده خشک مصرفی هر دام در آخر دوره بر افزایش وزن روزانه همان دام در کل دوره و به‌صورت میانگینی از ضریب تبدیل خوراک هر تیمار محاسبه شد (Hossein Abadi *et al*., 2020).

اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی از مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA)[1] استفاده شد (Van Keulen and Young., 1977). طی ۳ روز پایانی آزمایش، نمونه‌های مدفوع جمع-آوری شده از هر میش را مخلوط و یک نمونه ۱۰۰ گرمی مدفوع جهت تجزیه شیمیایی در نایلون پلاستیکی بسته بندی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه‌ها در آزمایشگاه بر اساس روش‌های (AOAC, 2005) و ون‌سوست و همکاران (Van Soest *et al*., 1991) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی

نمونه‌گیری خون جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در روز آخر آزمایش به میزان ۱۰ سی‌سی از ورید وداج گردن و بدون استفاده از ماده ضد انعقاد گرفته شد و در فلاسک حاوی یخ به سرعت به آزمایشگاه ارسال شد. لوله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای جداسازی سرم، سانتریفیوژ شد. مقادیر گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، نیتروژن‌اوره‌ای خون توسط کیت‌های تجاری پارس آزمون با استفاده از اتوآنالایزر (مدلBT 1500) ساخت کشور ایتالیا اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری رفتار نشخوار

در دو روز آخر دوره آزمایش رفتار نشخوار به‌صورت ثبت فعالیت طی مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. در روز آخر آزمایش به مدت ۲۴ ساعت میش‌ها تحت نظر قرار گرفتند و پارامترهای خوردن، نشخوار و جویدن در فاصله زمانی هر ۵ دقیقه به‌صورت چشمی و با فرض اینکه آن فعالیت در ۵ دقیقه گذشته نیز ادامه داشته است، برای تمام دامها در طی ساعات شبانه‌روز مشاهده و ثبت شد (Araujo *et al*., 2008).

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ (SAS, 2003) با استفاده از رویه GLM تجزیه‌وتحلیل شد. همچنین میانگین تیمارها از طریق آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

مدل استفاده شده برای این طرح به شرح زیر می‌باشد: $y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$

Y_{ij} = مقدار مشاهده i ام در تکرار j ام، μ = اثر میانگین، T_i= اثر تیمار i ام، ε_{ij}= اثر خطای آزمایشی مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام

نتایج و بحث

تأثیر سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر عملکرد رشد:

اطلاعات مربوط به عملکرد رشد در جدول ۲ ارائه شده است. سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان اثر معنی‌داری بر مقدار ماده خشک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت که با سایر نتایج همخوانی دارد (Geraeily, 2017; Ghaffari, 2016; Naseriyan *et al*., 2017; Ramezani, 2018). همان‌طور که در جدول زیر آمده است، بیشترین میزان مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه مربوط به تیمارهای حاوی ۱۰ درصد کتان اکسترود و ۱۰ درصد کتان میکرونیزه می‌باشد که نشان می‌دهد که فرآوری باعث خوش‌خوراکی بهتر دانه کتان شده است. استفاده از سطوح و روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان در تحقیق حاضر اثر منفی بر مصرف خوراک

1- Asid Insloble Ash

نداشت که احتمالا میزان اسیدهای چرب و الگوی اسید چرب دانه کتان مورد استفاده در این مطالعه، در کوتاه مدت دارای حداقل تأثیر بر مکانیسم مصرف خوراک بوده است.

جدول۲- تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر عملکرد

Table 2- The effect of different levels and processing of flaxseed on performance

فاکتورها Parameters	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental diets [1]							SEM	P-Value
	1	2	3	4	5	6	7		
ماده خشک مصرفی (گرم در روز) Daily dry matter intake(g/day)	1320.8	1326.8	1336.7	1334.2	1369.2	1363.8	1375	15.66	0.4621
میانگین افزایش وزن روزانه(گرم در روز) Average daily weight gain(g/day)	229.8	227	233.5	230.17	234.8	234.5	242.3	4.27	0.4995
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio	5.8	5.7	5.8	5.6	5.5	5.4	5.4	0.12	0.2850

[1] ۱- جیره شاهد بدون دانه کتان، ۲- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان خام ، ۳- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان خام، ۴- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۵- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۶- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان اکسترود ،۷- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود.

[1]1- Control without flaxseed, 2- 5% flaxseed and 3- 10% flaxseed,4- 5% micronized flaxseed, 5- 10% micronized flaxseed, 6- 5% extruded flaxseed and 7- 10% extruded flaxseed.

ناصریان و همکاران (Naseriyan *et al*., 2017) اعلام کردند که استفاده از دانه کتان و کلزا تأثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی ندارد. در تحقیقی که توسط حسین‌آبادی و همکاران (Hossein Abadi *et al*., 2020) انجام شد، استفاده از سطوح مختلف دانه کتان تأثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در گوساله‌های شیرخوار نداشت. لشکری و همکاران (Lashkari *et al*., 2017) بیان نمودند استفاده از روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان تأثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی نداشت. در تحقیقی توسط چاشنی‌دل و همکاران (Chashnidel *et al*., 2019) تأثیر سطوح مختلف روغن کتان در بره-های پرواری بررسی شد و نویسندگان گزارش کردند که استفاده از روغن دانه کتان تأثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی داشت. اسپولار و همکاران (Spolare *et al*., 2005) ارزش نسبی کنجاله کتان را در افزایش رشد و ضریب تبدیل خوراک مورد مطالعه قرار داده و اعلام کردند، مصرف ۱۲ درصدی کنجاله کتان در جیره غذایی گوساله‌های پرواری اثرات منفی نداشت. دانه کتان حاوی مقادیر زیادی روغن می‌باشند و در نتیجه علاوه بر افزایش میزان امگا-۳ جیره، باعث افزایش انرژی قابل متابولیسمی جیره می‌گردد. غفاری (Ghaffari, 2016) گزارش کرد افزایش وزن روزانه و وزن نهایی گوساله‌های شیرخوار تحت تأثیر تیمارهای حاوی کتان عمل‌آوری شده قرار نگرفت. همچنین تیمارهای آزمایشی نتوانست بر ضریب تبدیل خوراک تأثیر معنی‌داری داشته باشد که با یافته‌های رمضانی (Ramezani, 2018) و کارچر و همکاران (Karcher *et al*., 2014) موافقت داشت. در پژوهشی تغذیه روغن‌های با منشأ گیاهی تأثیر معنی‌داری بر رشد و بازده مصرف خوراک گوساله‌ها نداشت (Hill *et al*., 2011). با این حال در برخی آزمایشات افزایش نرخ رشد و بهبود بازده مصرف خوراک گزارش شده است (Hill *et al*., 2009). دانه‌های روغنی مانند دانه کتان حاوی اسیدهای چرب ایکوزاپنتاانوئیک و دوکوزاهگزاانوئیک هستند که هر دو آنها از مشتقات فعال اسید لینولنیک هستند. مشخص شده است که این متابولیت‌های اکسیژنه نقش مهمی در رشد و توسعه حیوانات نوزاد به ویژه تکامل سیستم عصبی آنها دارد (Innis., 2007). با این حال ممکن است اسیدهای چرب ایکوزاپنتاانوئیک و دوکوزاهگزاانوئیک در طی این دوره از حیات، تأثیر کمتری بر بازده مصرف خوراک داشته باشد (Karcher *et al*., 2014). محققین گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری بین بره‌های تغذیه شده با روغن کتان در عملکرد رشد وجود ندارد (Harfoot, 1981). بره‌هایی که با جیره‌های حاوی چربی زرد یا روغن سویا تغذیه شدند در مقایسه با گروه شاهد، رشد سریع‌تر و افزایش وزن بیشتری داشتند (Wachira *et al*., 2002). در تحقیقی دیگر گزارش شده است که نوع چربی جیره اثری بر مصرف خوراک در گوسفند ندارد (Demirel *et al*., 2004). تحقیقات نشان داد که ممکن است که چربی‌ها، به‌ویژه در فرم غیراشباع با اختلال در تخمیر شکمبه‌ای، در کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف و پرشدگی شکمبه سهیم باشند و در نهایت منجر به کاهش سرعت عبور مواد خوراکی و کاهش مصرف خوراک شوند (Palmquist and Jenkins.,

1980). همچنین در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده که افزودن ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود شده به جیره‌های آزمایشی، تأثیری معنی‌داری بر مصرف ماده خشک نسبت به تیمار بدون دانه کتان نداشت (Neveu et al., 2014). در مقایسه دانه کتان فرآوری نشده با دانه کتان غلطک شده، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی گزارش نکردند (Oba et al., 2009).

تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی: نتایج حاصل از قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۳ گزارش شده است. طبق نتایج این مطالعه قابلیت هضم ماده خشک و چربی خام تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که استفاده از دانه کتان باعث بهبود قابلیت هضم مواد مغذی شد. بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک و چربی خام مربوط به تیمار حاوی ۱۰ درصد کتان اکسترود بود. مطالعه انجام شده توسط ناصریان و همکاران (Naseriyan et al., 2017) نشان داد که استفاده از دانه کتان و کلزا در جیره میش‌ها باعث افزایش قابلیت هضم چربی شد. همچنین اعلام شد که استفاده از دانه کتان (۱۲/۶٪ ماده خشک) بدون تأثیر منفی بر عملکرد شکمبه، باعث بهبود غیرمعنی‌دار قابلیت هضم مواد مغذی شد (Gonthier et al., 2004). حسین‌آبادی و همکاران (Hossein Abadi et al., 2020) در گزارش خود بیان کردند که استفاده از سطوح مختلف دانه کتان سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم ماده خشک شد. آنها همچنین اعلام کردند که استفاده از کتان در سطح ۵ درصد باعث بهبود غیرمعنی‌دار قابلیت هضم چربی خام شد. در تحقیقی دیگر عدم تأثیر جیره‌های حاوی دانه کتان در مقایسه با جیره فاقد دانه کتان بر قابلیت هضم ماده آلی و چربی خام در گاوهای شیرده را گزارش شده است (Côrtes et al., 2010). در مطالعه دیگری استفاده از کتان اکسترود در گوساله‌های شیرخوار باعث بهبود قابلیت هضم چربی خام شد (Ghaffari, 2016). افزایش چربی جیره عموماً سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری چربی می‌شود که علت آن می‌تواند رقیق شدن اسیدهای چرب صفرا و اسیدهای چرب باکتریایی که در روده بزرگ تولید می‌شوند و سایر چربی‌های متابولیک مدفوع باشد (Ward et al., 2002). روغن موجود در دانه کتان به‌صورت پوشش‌دار بوده و در عملکرد شکمبه دخالت نخواهد داشت، بنابراین انتظار می‌رود تأثیر منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشته باشد و حتی در برخی اوقات سبب بهبود آن گردد. همچنین تیمارهای آزمایشی نتوانست بر قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تأثیر معنی‌داری داشته باشد. کمترین مقدار قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی مربوط به تیمارهای حاوی ۱۰ درصد دانه کتان بود. محققین در موافقت با نتایج این تحقیق اعلام کردند که استفاده از روش‌های مختلف فرآوری دانه کتان در جیره باعث کاهش معنی‌دار قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی نسبت به تیمار شاهد شد (Lashkari et al., 2017). حسین‌آبادی و همکاران (Hossein Abadi et al., 2020) گزارش کردند که استفاده از دانه کتان در سطح ۱۰ درصد سبب کاهش معنی‌دار قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد. با افزایش سطح استفاده از دانه کتان میزان قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش یافت که بالاتر بودن مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع در دانه کتان می‌تواند دلیل مناسبی بر کاهش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی باشد و می‌توان اینگونه استنباط کرد به دلیل افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع، فعالیت فیبرولیتکی شکمبه تحت تأثیر قرار گرفته و در اثر افزودن دانه کتان، قابلیت هضم دیواره سلولی کاهش پیدا کرده است (Doreau and Ferlay, 1995). پژوهشگران گزارش کردند که افزودن دانه کتان با عمل‌آوری‌های مختلف (۱۰ درصد) تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ندارد (Schroeder et al., 2014). از عوامل مؤثر بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، خاصیت کشندگی اسیدهای چرب غیراشباع برای باکتری‌های سلولایتیک و پروتوزوآها (Doreau and Ferlay, 1995) می‌توانند باشد. پتیت (Petit, 2002) کاهش در قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گاوهای تغذیه شده با دانه کتان در مقایسه با یک منبع تجاری پودر چربی را گزارش کرد، در حالی‌که کورتس و همکاران (Côrtes et al., 2010) عدم تأثیر و گاندیر و همکاران (Gonthier et al., 2004) افزایش در قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در جیره‌های حاوی دانه کتان را گزارش شد. اختلافات مشاهده شده ممکن است به دلیل اختلاف در میزان دانه کتان در جیره و ترکیب جیره پایه در آزمایشات مختلف باشد.

لیپیدها ممکن است سبب کاهش هضم الیاف نشخوارکنندگان شوند (Ward et al., 2002). استفاده از دانه کتان بدون تأثیر منفی بر عملکرد، باعث بهبود غیرمعنی‌دار قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای شیری شد (Gonthier et al., 2004). در تحقیقی گزارش شد تیمارهای آزمایشی حاوی روغن کتان باعث افزایش پروتئین خام، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نسبت به سایر تیمارها شد (Geraeily, 2017). در پژوهشی با عنوان تأثیر دانه کلزا و کتان بر قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های خونی در میش‌های کردی،گزارش شد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میزان قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نداشت (Elmi et al., 2020).

تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر فراسنجه‌های خونی: اطلاعات مربوط به فراسنجه‌های در جدول ۴ گزارش شده است. طبق نتایج میزان گلوگز و نیتروژن اوره‌ای تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵). میزان گلوکز خون

میش‌های تغذیه شده با جیره حاوی کتان اکسترود و میکرونیزه در سطح ۱۰ درصد بیشتر بود. این آزمایشات با نتایج قبلی (Dirandeh *et al.,* 2013; Jahani- Moghadam *et al*., 2015) که در آن افزودن دانه کتان سبب افزایش میزان گلوکز خون شد، مطابقت دارد که این افزایش به احتمال زیاد در نتیجه تولید بیشتر اسید پروپیونیک نسبت به استات در شکمبه است. مطالعات نشان داده است که در شکمبه اسیدهای چرب بیوهیدروژنه شده و با تغییر الگوی تخمیر شکمبه، موجب افزایش پروپیونات نسبت به استات می‌شوند (Byers and Schelling., 1988). پیش‌ماده اصلی برای فعالیت گلوکونئوژنزی در کبد پروپیونات است که موجب تولید گلوکز می‌شود. همچنین گلیسرول حاصل از هیدرولیز چربی در دانه‌های روغنی به پروپیونات تبدیل می‌شود که از طریق فرآیند گلوکونئوژنز باعث افزایش گلوکز سرم می‌شود (Hill *et al.*, 2011). پروپیونات یک اسید چرب فرار تولیدی در شکمبه است که به‌عنوان پیش‌ساز عمده‌ی گلوکز در حیوانات محسوب می‌شود (Ghoorchi and Ghorbani, 2011).

جدول ۳– تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی

Table 3- The effect of different levels and processing of flaxseed on nutrient digestibility

فاکتورها parameters	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental diets[1]							SEM	P-Value
	1	2	3	4	5	6	7		
ماده خشک Dry matter	70.50^{b}	72^{b}	73.2^{ab}	73.3^{ab}	74.2^{ab}	74.3^{ab}	77^{a}	1.21	0.0235
پروتئین خام Crude protein	62.5	60.5	60.5	63.8	65.5	64	66.1	2.03	0.3396
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	64	64.7	61.8	65.5	60.8	62.7	59.2	1.47	0.4627
چربی خام Crude fat	63^{b}	64.3^{b}	65.7^{b}	65.3^{b}	65.5^{b}	65.2^{b}	69.3^{a}	1.09	0.0139

[a,b] حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[۱] ۱– جیره شاهد بدون دانه کتان، ۲– جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان خام ، ۳– جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان خام، ۴– جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۵– جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۶– جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان اکسترود ،۷– جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود.

[a,b] Values with differing letters within the same column are significantly different (P<0.05).

[1] 1- Control without flaxseed, 2- 5% flaxseed and 3- 10% flaxseed,4- 5% micronized flaxseed, 5- 10% micronized flaxseed, 6- 5% extruded flaxseed and 7- 10% extruded flaxseed.

غلظت گلوکز خون در گاوهای هلشتاین شیرده تغذیه شده با دانه کتان اکسترود شده و دانه سویا برشته به‌صورت معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود (Rajabi *et al*., 2016). دانه کتان اکسترود شده با کاهش مقاومت به انسولین سبب افزایش غلظت گلوکز خون شد (Dirandeh *et al*., 2016). نتایج امینی و همکاران (Amini *et al*., 2016) نشان داد در گوسفندانی که از دانه کتان، کتان اکسترود و کتان میکروویو شده تغذیه کردند، اختلاف معنی‌داری در میزان گلوگز مشاهده نشد. حسین‌آبادی و همکاران (Hossein Abadi *et al*., 2020) گزارش کردند که استفاده از دانه کتان باعث افزایش غیرمعنی‌دار غلظت گلوگز در گوساله‌های شیرخوار شد. در تحقیقی اعلام شد که گرچه استفاده از روغن دانه کتان تأثیر معنی‌داری بر روی گلوکز خون گوساله-های شیرخوار نداشت، ولی باعث افزایش مقدار گلوکز خون شد (Geraeily, 2017). علمی و همکاران (Elmi *et al*., 2020) در تحقیقی تأثیر دانه کلزا و کتان بر قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های خونی میش‌های کردی را بررسی و گزارش کردند که در تیمارهای حاوی دانه‌های روغنی، میزان گلوکز افزایش معنی‌داری داشته است.

استفاده از دانه‌های روغنی بذرک و سویا باعث افزایش معنی‌دار غلظت گلوکز شد (Daghigh Kia *et al*., 2012). جیره‌های آزمایشی نتوانست بر میزان کلسترول تأثیر معنی‌داری داشته باشد، ولی باعث بهبود غلظت کلسترول شد که موافق با نتایج (Akbarinejad *et al*., 2012; Elmi *et al*., 2020) است. گزارش شده است که جیره‌های حاوی دانه‌های روغنی، میزان کلسترول را افزایش می‌دهند (Akbarinejad *et al*., 2012). در تأیید نتایج پژوهش حاضر گزارش شد مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن کتان) یا امگا-۶ (روغن آفتابگردان) بر غلظت کلسترول اثر معنی‌داری ندارد (Petit *et al*., 2004). همچنین در پژوهشی دیگر گزارش شد جیره‌های دارای مکمل اسیدهای چرب (روغن ماهی و دانه کتان) تأثیری بر غلظت کلسترول نداشت (Petit, 2002). حسین‌آبادی و همکاران (Hossein Abadi *et al*., 2020) گزارش کردند که استفاده از دانه کتان تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول در گوساله‌های شیرخوار نداشت. مطالعات نشان داد که جیره‌های حاوی دانه‌های گیاهی، کلسترول پلاسما را افزایش می-دهند (Akbarinejad *et al*., 2012). این نتیجه مطابق با مطالعات

قبلی بود که با افزایش سطح استفاده از روغن‌های گیاهی در جیره‌ی گاوها، سطح کلسترول افزایش یافت (Spolare *et al*., 2005). گرایلی (Geraeily, 2017) گزارش کرد که استفاده از روغن دانه کتان تأثیر معنی‌داری بر مقدار کلسترول خون گوساله‌های شیرخوار نداشت، اما باعث افزایش جزئی در مقدار کلسترول خون شد. به نظر می‌رسد افزایش غلظت کلسترول خون با تغذیه مکمل‌های غنی از چربی برای حمل‌و نقل تری‌گلیسریدها در خون ضروری است. همچنین، در این زمان فرآیندهای تولیدکننده کلسترول در کبد افزایش و از طرفی دفع کلسترول در مدفوع نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه منجر به افزایش غلظت کلسترول خون می‌گردد. تولید کلسترول (به دلیل نبود کلسترول در منبع چربی) دلیلی است که می‌توان برای آن بیان کرد. در این حالت افزایش کلسترول خون ناشی از رها شدن کلسترول از لیپوپروتئین‌ها می‌باشد (Drackley, 1999). رجبی و همکاران (Rajabi *et al*., 2016) نشان دادند که مقدار کلسترول تحت تأثیر تیمار حاوی دانه کتان اکسترود قرار نگرفت. در تأیید نتایج پژوهش حاضر، طی تحقیقی گزارش شد که کتان اکسترود شده، تأثیر معنی‌داری بر مقدار کلسترول خون گوساله‌های شیرخوار نداشت (Ramezani, 2018). افزایش غلظت کلسترول احتمالا با افزایش جذب روده‌ای اسیدهای چرب بلند زنجیر ارتباط مستقیم دارد (Akbarinejad *et al*., 2012; Drackley, 1999). نتایج این بخش با دقیق‌کیا و همکاران (Daghigh Kia *et al*., 2012) و آراندا آویلا و همکاران (Aranda-Avila et al., 2010) مطابقت دارد. جیره‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میزان تری-گلیسیرید خون نداشت که موافق با نتایج (Ghaffari, 2016; Hossein Abadi *et al*., 2020; Ramezani, 2018) بود. جیره‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن اوره‌ای داشت (P<۰/۰۵) که موافق با نتایج (Hossein Abadi *et al*., 2020) بود. حسین‌آبادی و همکاران (Hossein Abadi *et al*., 2020) گزارش کردند که جیره-های آزمایشی حاوی کتان تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن اوره‌ای خون داشت. ناصریان و همکاران (Naseriyan *et al*., 2017) گزارش کردند که جیره‌های حاوی روغنی به‌ویژه دانه کتان در پنج و سه هفته قبل از زایش به‌طور معنی‌داری باعث کاهش سطح نیتروژن اوره-ای خون شد. افزایش نیتروژن اوره‌ای خون، نشان‌دهنده اکسیداسیون و دآمیناسیون بیش از نیاز می‌باشد و زمانی که خوراک حاوی پروتئین بالا توسط دام مصرف می‌شود، این حالت مشاهده می‌شود. غلظت آمونیاک موجود در شکمبه، اصلی‌ترین سازه مشخص کننده غلظت نیتروژن اوره-ای خون حیوان می‌باشد. نتایج (Badiei *et al*., 2004 ; Geraeily, 2017 ; Lashkari *et al*., 2017) نشان داده که غلظت نیتروژن اوره-ای خون تحت تأثیر جیره‌های حاوی دانه کتان قرار نگرفته است که نشان دهنده این است که جیره‌های مصرفی تأثیری بر نیتروژن آمونیاکی شکمبه ندارد که مخالف با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد.

جدول ٤– تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر متابولیت‌های خونی (میلی گرم بر دسی لیتر)

Table 4- The effect of different levels and processing of flaxseed on blood serum metabolite (mg / dl)

فاکتورها parameters	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental diets[1]							SEM	P-Value
	1	2	3	4	5	6	7		
گلوکز Glucose	61.5[b]	63.67[b]	66.2[ab]	67.7[ab]	67[ab]	65.5[ab]	71.5[a]	2.38	0.1368
تری گلیسیرید Triglyceride	33	31.8	34.5	33.7	32.8	35.1	32	1.85	0.3687
کلسترول Cholesterol	60.3	61.7	62.8	60.8	64.2	61.3	62.5	2.04	0.8659
نیتروژن اوره‌ای Urea nitroge	15.7[a]	13.8[ab]	14.1[ab]	14[ab]	12.3[ab]	12.5[bc]	11.7[c]	0.71	0.0096

[a,b] حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[1] ۱- جیره شاهد بدون دانه کتان، ۲- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان خام ، ۳- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان خام، ۴- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۵- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۶- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان اکسترود ،۷- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود.

[a,b] Values with differing letters within the same column are significantly different (P<0.05).

[1] 1- Control without flaxseed, 2- 5% flaxseed and 3- 10% flaxseed,4- 5% micronized flaxseed, 5- 10% micronized flaxseed, 6- 5% extruded flaxseed and 7- 10% extruded flaxseed.

افزایش اسیدهای چرب غیراشباع ناشی از مصرف دانه کتان سبب بهبود وضعیت انرژی حیوان و کاهش میزان دآمیناسیون اسیدهای آمینه بافتی برای تأمین انرژی و در نهایت سبب کاهش سطح نیتروژن اوره‌ای خون می‌شود (Naseriyan *et al*., 2017). از طرفی بیان شده است که دانه‌های روغنی در کنترل جمعیت پروتوزوایی شکمبه و افزایش بازدهی مصرف پروتئین جیره مؤثر می‌باشد (Naseriyan *et al*.,

2017). علمی و همکاران (Elmi *et al*., 2020) با مصرف جیره‌های حاوی دانه کتان و کلزا نشان دادند که میش‌های مصرف‌کننده دانه کتان و کلزا نسبت به سایر حیوانات غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کمتری داشتند که با نتایج پتیت (Petit, 2002) مطابقت دارد.

تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر رفتار نشخوار: نتایج حاصل از بررسی تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر رفتار نشخوار در جدول ۵ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود جیره‌های آزمایشی نتوانست بر رفتار نشخوار میش‌ها تأثیر معنی‌داری داشته باشد. در این پژوهش نسبت علوفه به کنسانتره در همه جیره‌های آزمایشی یکسان در نظر گرفته شد و اندازه ذرات علوفه مورد استفاده در تمام گروه‌ها یکسان بود. ویژگی‌های فیزیکی مواد خوراکی می‌تواند رفتار تغذیه‌ای و عملکرد دام را تحت تأثیر قرار دهد (Mertens, 1997). همچنین الیاف جیره شامل علوفه‌ای و غیرعلوفه‌ای در تحریک فعالیت نشخوار متفاوت عمل می‌کنند، زیرا اندازه ذرات و زمان ماندگاری متفاوتی در شکمبه دارند (Mertens, 1997). اندازه ذرات علوفه‌ای مورد استفاده و مقدار الیاف مؤثر فیزیکی نامحلول در شوینده خنثی می‌تواند بر فعالیت جویدن مؤثر باشد (Sadr Erhami *et al*., 2015). تغییر در زمان نشخوار ممکن است مرتبط با تفاوت در ماده خشک مصرفی و نیز گوارش‌پذیری مواد مغذی باشد و نیز فعالیت نشخوار به‌عنوان فاکتوری برای تشخیص سلامت شکمبه بەدلیل تحریک ترشح بزاق در نظر گرفته می‌شود (Maekawa *et al*., 2002). مدت زمان صرف شده برای فعالیت جویدن (مجموع خوردن و نشخوار کردن) معیار خوبی از سلامت شکمبه است. افزایش سطح علوفه، زمان جویدن را افزایش می‌دهد، فعالیت جویدن، ترشح بزاق را تحریک می‌کند و بیکربنات موجود در آن در ایجاد محیط بافری شکمبه برای فرآیند تخمیر مفید است. در نشخوارکنندگان انرژی صرف شده برای عمل خوردن غذا معادل ۳-۶ درصد از انرژی متابولیسمی مصرفی تخمین زده می‌شود. با این وجود انرژی صرف شده برای نشخوارکردن به مراتب کمتر از انرژی مصرفی برای خوردن خوراک بوده و در حدود ۰/۳ درصد از انرژی متابولیسمی مصرفی برآورد می‌گردد (McDonald *et al*., 2012). انرژی صرف شده برای خوردن متناسب با کمیت غذای خورده شده نمی‌باشد، بلکه مدت زمان سپری شده برای خوردن به ماهیت، فیبر و شکل فیزیکی جیره‌ای که مصرف می‌شود بستگی دارد (Lachica *et al*., 1997; Retnani *et al*., 2009). به‌طور کلی مدت زمان جویدن با کاهش اندازه ذرات و محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش می‌یابد (Grant *et al*., 1990). ممکن است محتوای کمتر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ماهیت شیمیایی و فیزیکی آن موجب کاهش فعالیت نشخوارکردن و جویدن شده باشد (Van Soest, 1994).

جدول ۵- تأثیر استفاده از سطوح و فرآوری مختلف دانه کتان بر رفتار نشخوار

Table 5- The effect of different levels and processing of flaxseed on Ruminal behavior (min/day)

فاکتورها Parameters	جیره‌های آزمایشی[1] Experimental diets[1]							SEM	P-Value
	1	2	3	4	5	6	7		
خوردن Eat	358.3	355.7	374.2	360.5	358.8	361.7	368	7.55	0.6396
نشخوار Rumination	233.7	248	227.7	240.3	258.5	244.2	217.7	13.94	0.4765
جویدن Chew	592	603.7	601.9	600.8	617.3	605.9	585.7	14.02	0.7943
استراحت Rest	848	836.3	838.1	839.2	822.7	834.1	854.3	14.02	0.7943

[1] ۱- جیره شاهد بدون دانه کتان، ۲- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان خام ، ۳- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان خام، ۴- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۵- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان میکرونیزه، ۶- جیره حاوی ۵ درصد دانه کتان اکسترود ،۷- جیره حاوی ۱۰ درصد دانه کتان اکسترود.

[1]1- control without flaxseed, 2- 5% flaxseed and 3- 10% flaxseed,4- 5% micronized flaxseed, 5- 10% micronized flaxseed, 6- 5% extruded flaxseed and 7- 10% extruded flaxseed.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه نتایج این آزمایش نشان می‌دهد استفاده از دانه کتان فرآوری شده در سطح ۱۰ درصد موجب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و نیز برخی فراسنجه‌های خونی گردید، می‌توان از دانه کتان اکسترود و میکرونیزه در سطح ۱۰ درصد به عنوان منبع انرژی و پروتئین در جیره میش‌ها استفاده نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای بلند مدت، اثر تغذیه با این جیره‌ها بر روی بره‌ها بررسی شود.

تقدیر و تشکر

در پایان از مدیرعامل محترم و کارکنان زحمت‌کش شرکت پژوهش پرور زایند اصفهان و همچنین دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که به ما در انجام این پژوهش یاری رسانده‌اند قدردانی به عمل می‌آوریم.

Refrences

1. Akbarinejad, V., A. Niasari-Naslaji, H. Mahmoudzadeh, and M. Mohajer. 2012. Effects of diets enriched in different sources of fatty acids on reproductive performance of Zel sheep. Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University. 13: 4-41. (In Persian).
2. Ambrose, D. J., J. P. Kastelic, R. Corbett, P. A. Pitney, H. V. Petit, J. A. Small, and P. Zalkovic. 2006. Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in α-linolenic acid. Journal of Dairy Science, 89: 3066-3074.
3. Amini, J., M. Danesh Mesgaran, S. A. Vakili, and A. Heravi Mosavi. 2016. Antioxidant activity of linseed products: effects on metabolism and immune responses using in vitro and in vivo model systems. 7th Iranian Congress of Animal Sciences. (In Persian).
4. AOAC. 2005. Official Method of Analysis, 15 ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
5. Aranda-Avila, I., J. Herrera-Camacho, J. R. Ake-Lopez, R. A. Delgado-Leon, and J. C Ku-Vera. 2010. Effect of supplementation with corn oil on postpartum ovarian activity. Pregnancy rate and serum concentration of progesterone and lipid metabolites in F1 (Bos-taurus × Bos-indicus) cows. Journal of Tropical Animal Health and Production, 42: 1435–1440.
6. Araujo, R. C., A. V. Pires, I. Susin, C. Q. Mendes, G. H. Rodrigues, I. U. Packer, and M. L. Eastridge. 2008. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coast cross (Cynodon species) hay. Journal of Animal Science, 86:3511-3521.
7. Badiei, A., A. Aliverdilou, H. Amanlou, M. Beheshti, E. Dirandeh, R. Masoumi, F. Mosakhani, and H. V. Petit. 2014. Postpartum responses of dairy cows supplemented with n-3 fatty acids for different durations during the peripartal period. Journal of Dairy Scince, 95:6391-6399.
8. Byers, F. M, and G. T. Schelling. 1988. Lipids in ruminant nutrition. In: D. C. Church (ED) The Ruminant Animal: Journal of Digestive Physiology and Nutrition, 298-310.
9. Chashnidel. Y., S. M. Kazemi, and A. Teymuri Yanesari. 2019. Effect of different levels of linseed oil on performance, degradability, digestibility, some blood parameters, quantitative and qualitative traits of meat in fattening lambs. Iranian Journal of Animal Science Research, 11(1): 133-149. (In Persian).
10. Côrtes, C., D. C. Da Silva-Kazama, R. Kazama, N. Gagnon, C. Benchaar, G. T. D. Santos, L. M. Zeoula, and H. V. Petit. 2010. Milk composition, milk fatty acid profile, digestion, and ruminal fermentation in dairy cows fed whole flaxseed and calcium salts of flaxseed oil. Journal of Dairy Science, 93: 3146-3157.
11. Daghigh Kia, H., Gh. R. Aslani Kordkand., Gh. A. Moghadam., S. Alijani, and A. H. Khani. 2012. The effect of flaxseed and soybean on the diet of flushing of reproductive performance of Moghani sheep out of the breeding season. Journal of Animal Science Research, 23(2): 174-184. (In Persian).
12. Debbie, L, and D. Thiessen. 2011. Optimization of feed peas, canola and flaxseed for aqua feeds. The Canadian prairie perspective. MCN Bioproducts Inc, 259-277.
13. Demirel, G., A. M. Wachira., L. A. Sinclair., R. G. Wilkinson., J. D. Wood, and M. Enser. 2004. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. British Journal of Nutrition, 91: 551–565.
14. Didarkhah, M. 2014. Evaluation of in vitro digestibility characteristics of glucogenic and lipogenic diets containing flaxseed and its effect on physiological parameters of Baluchi ewes' pregnancy. Doctoral dissertation on ruminant nutrition. Ferdowsi University of Mashhad.
15. Dirandeh, E., A. Towhidi., S. Zeinoaldini., M. Ganjkhanlou., Z. Ansari Pirsaraei, and A. Fouladi-Nashta. 2013. Effects of different polyunsaturated fatty acid supplementations during the postpartum periods of early lactating dairy cows on milk yield, metabolic responses, and reproductive performances. Journal of Animal Science, 91: 713–721.
16. Dirandeh, E., A. Towhidi., Z. Ansari Pirsaraei., S. Zeinoaldini, and M. Ganjkhanlou. 2016. Effect of dietary supplementation with different polyunsaturated fatty acid on expression of genes related to somatotropic axis function in the liver, selected blood indicators, milk yield and milk fatty acids profile in dairy cows. Annals of Animal Science, 16:1045-1058.
17. Doreau, M, and A. Ferlay. 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: A review. Livestock Production Science, 43: 97–110.
18. Drackley, J. K. 1999. ADSA Foundation Scholar Award. Biology of dairy cows during the transition period the final frontier. Journal of Dairy Science, 82: 2259-2273.

19. Duguid, S., G. Lafond., D. W. McAndrew., K. Y. Rashid, and A. Ulrich. 2007. Growing Flax: Production, Management & Diagnostic Guide. Winnipeg, MB: Flax Council of Canada.
20. Elmi, H., A. A. Naseriyan, and A. M. Tahmasebi. 2020. Effect of flaxseed and cannula seed on digestibility and some of blood parameters in Kurdish ewes durring postpartum period. Journal of Ruminant Research, 8(1):63-76. (In Persian).
21. Geraeily, M. 2017. The effect of flaxseed oil on performance of dairy calves under heat stress conditions. MSc thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.Iran. 106pp. (In Persian).
22. Ghaffari, M. 2016. The effects of feeding processed Flaxseed on performance of Holstein calves. MSc thesis Department of Animal Science, Tehran University. (In Persian).
23. Ghoorchi, T, and B. Ghorbani. 2011. Rumen Microbiology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Publications.
24. Gonthier, C., A. F. Mustafa, R. Berthiaume, H. V. Petit., R. Martineau, and D. R. Ouellet. 2004. Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. Journal of Dairy Science, 87:1854-1863.
25. Gonthier, C., A. F. Mustafa., D. R. Ouellet., P. Y. Chouinard., R. Ber- thiaume, and H. V. Petit. 2005. Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. Journal of Dairy Science, 88:748–756.
26. Grant, R. J., V. F. Colenbrander, and D. R. Mertens. 1990. Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. Journal of Dairy Science, 73:1823-1833.
27. Harfoot, C. G. 1981. Lipid metabolism in the rumen. Pages 21-55 in lipid metabolism in ruminant animals.1 st ed. W. W. Christie, ed. Pergamon Press, Oxford, United Kingdom.
28. Hill, T. M., H. G. Bateman., J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2009. Effect of changing the essential and functional fatty acid intake of dairy calves. Journal of Dairy Science, 92: 670-676.
29. Hill, T. M., M. J. VandeHaar., L. M. Sordillo., D. R. Catherman., H. G. Bateman, and R. L. Schlotterbeck. 2011. Fatty acid intake alters growth and immunity in milk-fed calves. Journal of Dairy Science, 94:3936–3948.
30. Hossein Abadi, M., N. M. Torbatinejad., T. Ghoorchi, and A. H. Toghdory. 2020. Effects of Feeding Different Levels of Flaxseed on Performance, Nutrient Digestibility and Blood Parameters of Pre-Weaning Calves. Research on Animal Production, 11(28): 67-74. (In Persian).
31. Innis, S. M. 2007. Dietary (n-3) fatty acids and brain development. The Journal of nutrition, 137: 855-859.
32. Jahani- Moghadam, M., E. Mahjoub., and E. Dirandeh. 2015. Effect of linseed feeding on blood metabolites, incidence of cystic follicles, and productive and reproductive performance in fresh Hlstein dairy coes. Journal of Dairy Scince, 98:1828-1835.
33. Karcher, E. L., T. M. Hill., H. G. Bateman., R. L. Schlotterbe., N. Vito., L. M. Sordillo, and M. J. VandeHaar. 2014. Comparison of supplementation of n-3 fatty acids from fish and flax oil on cytokine gene expression and growth of milk-fed Holstein calves. Journal of Dairy Science, 97: 2329-2337.
34. Kennelly, J. J. 1996. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. Animal Feed Science Technology, 60: 137–152.
35. Lachica, M., J. F. Aguilera, and C. Prieto. 1997. Energy expenditure related to the act of eating in Granadina goats given diets of different physical form. British Journal of Nutrition, 77: 417-426.
36. Lashkari, S., A. Azizi, and H. Jahani Azizabadi. 2017. The Effects of Different Flax Seed Processing Methods on Yield, Milk Fatty Acids Pattern and Nutrient Digestibility in Lactating Cows. Journal of Animal Production Research, 27(4) 105 -119. (In Persian).
37. Maekawa, M., K. A. Beauchemin, and D. A. Christensen. 2002. Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 85: 1176–1182.
38. McDonald, P., R. A. Edwards., J. F. D. Greenhalgh., C. A.Morgan, L. A. Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2011. Animal Nutrition. 7th ed., Longman Group United Kingdom Harlow. P: 693.
39. Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. Journal of Dairy Science, 80(7):1463-1481.
40. Moura, L.V., E. R. Oliveira, and A. R. M. Fernandes. 2017. Feed efficiency and carcass traits of feedlot lambs supplemented either monensin or increasing doses of copaiba (Copaifera spp.) essential oil. Journal of Animal Feed Science and Technology, 232: 110-118.
41. Mustafa, A. F., J. J. McKinnon., D. A. Christensen, and T. He. 2002. Effects of micronization of flaxseed on nutrient disappearance in the gastrointestinal tract of steers. Animal Feed Science Technology, 95: 123–132.
42. Naseriyan, A. A., H. Elmi., A. M. Tahmasebi, and N. Farzaneh. 2017. Effect of flaxseed and rapeseed on digestibility and some blood parameters of Kurdish ewes during late pregnancy period. Journal of Animal Science (Pajouhesh & Sazandegi), 115: 167-178. (In Persian).
43. National Research council. 1973. Effect of processing on the nutritional value of feeds. National Academy of Science. Washington. D. C. P 519.
44. Neveu, C., B. Baurhoo, and A. Mustafa. 2014. Effect of feeding extruded flaxseed with different grains on the

performance of dairy cows and milk fatty acid profile. Journal of Dairy Science, 97: 1-9.
45. NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 7th edition. Nattiona. Academy Press, Washington, DC.
46. Oba, M., G. Thangavelu., M. Dehghan-banadaky, and D. J. Ambrose. 2009. Unprocessed whole flaxseed is as effective as dry-rolled at increasing (-linolenic acid concentration in milk of dairy cows. Livestock. Science, 122: 73-76.
47. Palmquist, D. L, and T. C. Jenkins. 1980. Fat in lactation rations: A review Journal of Dairy Science, 63: 1–14.
48. Petit, H. V. 2002. Digestion, milk production, milk composi-tion, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. Journal of Dairy Science, 85: 1482-1490.
49. Petit, H. V., C. Germiquet, and D. Lebel. 2004. Effect of feeding whole, unproceseed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. Journal of Dairy Science, 87:591-600.
50. Rajabi, Y., Y. Chashni Dell, and A. Dirandeh. 2016. The effect of feeding different sources of fat during the transition period on milk production and composition and blood parameters of Holstein dairy cows. Journal of Animal Production Research, University of Gilan, 9: 92-100. (In Persian).
51. Ramezani, M. 2018. The Effect of Extruded Flaxseed and Conjugated Linoleic Acid on Performance, Blood Metabolites and Immune Response in milk-fed calves. Msc thesis University of Mohaghegh Ardabili.
52. Retnani, Y., W. Widiarti, I. Amiroh., L. Herawati, and K. B. Satoto. 2009. Ujidaya simpan dan palatabilitas wafer ransum komplit pucuk dan ampas tebu untuk sapi pedet. Media Peternakan, 32: 130-136.
53. Sabahi, N, and M. R. Vafadar. 2009. Principles of New Technology of Livestock, Poultry and Aquaculture Food Industries. Sepehr Publishing Center. (In Persian).
54. Sadr Erhami E., Gh. R. Ghorbani., Sh. Kargar., A. Sadeghi sefid Mazgi, and N. Naderi. 2015. Effect of feeding processed soybean as replacement for soybean meal on performance, physically effective fiber of diet, feed intake, and chewing behavior of mid-lactating Holstein dairy cows. Journal of Ruminant Research, 2(4):87-102. (In Persian).
55. SAS. 2003. Statistical Analysis System, User’s Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
56. Schroeder, J. W., M. L. Bauer, and N. R. Bork. 2014. Effect of flaxseed physical form on digestibility of lactation diets fed to Holstein steers. Journal of Dairy Science, 97: 5718–5728.
57. Spolare, P., C. Joannis-Cassan, and E. Duran. 2005. Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering, 101: 87-96.
58. Van Keulen J, and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44(2): 282-287.
59. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.
60. Van Soest, P. J., J. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583–3597.
61. Wachira, A. M., L. A. Sinclair., R. G. Wilkinson., M. Enser., J. D. Wood, and A. V. Fisher. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. British Journal of Nutrition, 88: 697-709.
62. Ward, A. T., K. M. Wittenberg, and R. Przybylski. 2002. Bovine milk fatty acid profiles produced by feeding diets containiding solin, flax and canola. Journal of Dairy Science, 85: 1191-1196.